

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Off nlegungsschrift
10 DE 196 54 345 A 1

21 Aktenzeichen: 196 54 345.2
22 Anmeldetag: 24. 12. 96
43 Offenlegungstag: 25. 6. 98

51 Int. Cl.⁶:
F 26 B 13/08
D 21 F 5/02
D 21 F 5/08
D 21 F 5/18
D 21 F 11/14
B 30 B 9/20

DE 196 54 345 A 1

71 Anmelder:
Voith Sulzer Papiermaschinen GmbH, 89522
Heidenheim, DE
74 Vertreter:
Gleiss & Große, Patentanwaltskanzlei, 70469
Stuttgart

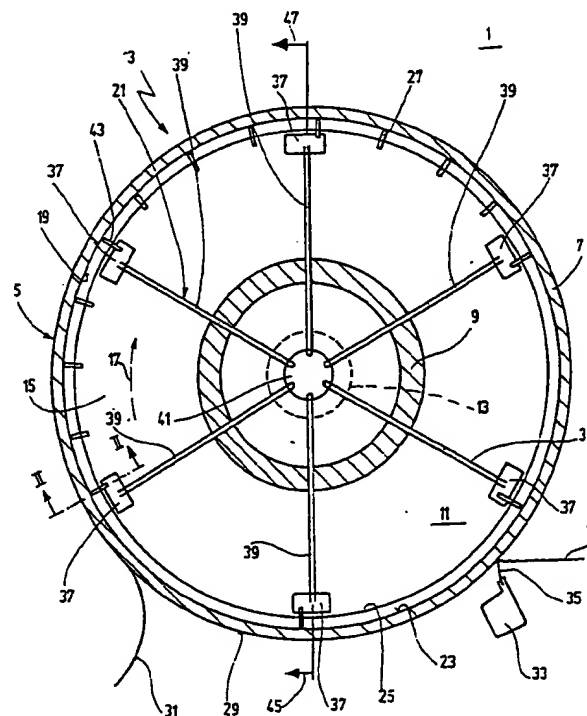
72 Erfinder:
Schiel, Christian, 89520 Heidenheim, DE
56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:
DE 41 25 470 C1
DE 37 27 563 C1
DE 44 11 621 A1
DE 33 33 734 A1
GB 21 73 583
GB 14 82 257

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Der Inhalt dieser Schrift weicht von dem am Anmeldetag eingereichten Unterlagen ab

54 Maschine zur Herstellung einer kontinuierlichen Materialbahn

57 Es wird eine Maschine zur Herstellung einer kontinuierlichen Materialbahn, insbesondere von sanitären Papieren, mit mindestens einem Trockenzylinder, um den die zu trocknende Materialbahn herumgeführt wird, der mit Dampf von innen beheizbar ist und dessen Mantel auf der Innenfläche mit durch Rippen voneinander getrennten Umfangsrillen versehen ist, vorgeschlagen, die sich dadurch auszeichnen, daß die Breite mindestens einzelner, vorzugsweise aller Umfangsrillen (23; 23'; 23"; 23''') im Bereich des radial äußeren Grundes (49) größer ist als im Bereich des radial inneren Ursprungs, und daß die Breite mindestens einer vorzugsweise aller Rippen (25) im Bereich des radial äußeren Endes kleiner ist als im Bereich des radial inneren Ursprungs.



DE 196 54 345 A 1

Die Erfindung betrifft eine Maschine zur Herstellung einer kontinuierlichen Materialbahn, insbesondere zur Herstellung von sanitären Papieren gemäß Oberbegriff des Anspruchs 1.

Maschinen der hier angesprochenen Art sind bekannt. Sie weisen zumindest einen Trockenzylinder auf, um den die zu trocknende Materialbahn herumgeführt wird. Der Trockenzylinder ist von innen mit Hilfe von Dampf beheizt, so daß die von einer Pressenpartie auf den Trockenzylinder aufgeführte Materialbahn während des Umlaufs auf der Mantelfläche des Trockenzylinders getrocknet wird. Für die Wirtschaftlichkeit der Trocknung ist es entscheidend, daß ein möglichst hoher Wärmedurchgang durch den Mantel erfolgt, um die Wärme des Heißdampfes, der auf die Innenfläche des Trockenzylinders trifft, für die Trocknung der Materialbahn optimal nutzen zu können. Um den Wärmeübergang zu verbessern, wird die Innenfläche des Trockenzylinders mit Umfangsrillen versehen, die durch Rippen voneinander getrennt sind. Die Restwanddicke des Mantels zwischen den Umfangsrippen wird auf diese Weise reduziert, so daß die im Inneren des Trockenzylinders gegebene Wärme gut an die Außenfläche und damit an die umlaufende Materialbahn weitergeleitet wird. Durch die Abkühlung des in das Innere des Trockenzylinders geleiteten Dampfes entsteht Kondensat, das sich aufgrund der Rotation des Trockenzylinders auf dessen Innenfläche sammelt. Das Kondensat wird auf geeignete Weise aus dem Inneren des Trockenzylinders abgeführt. Es bleibt eine Kondensatschicht auf der Innenfläche, aus der die Rippen herausragen. Diese leiten die im Inneren des Zylinders gegebene Wärme an dessen Außenfläche weiter.

Die Materialbahn wird über mindestens eine Anpreßwalze auf den Trockenzylinder aufgeführt, so daß dieser mit einer Preßkraft beaufschlagt wird. Es hat sich herausgestellt, daß die Biegefestigkeit des Trockenzylinders in vielen Fällen nicht ausreicht, insbesondere dann nicht, wenn hohe Anpreßkräfte mit einer Linienkraft von $>90 \text{ kN/m}$ aufgebracht werden. Derartig hohe Linienkräfte sind jedoch wünschenswert, um die Trocknung der Materialbahn zu verbessern und damit die Wirtschaftlichkeit der Herstellungsmaschine zu optimieren. Es hat sich gezeigt, daß sich bei einer Vergrößerung der Manteldicke der Wärmedurchgangswiderstand, der einem Wärmeübergang von dem Dampf auf die zu trocknende Materialbahn entgegensteht, nicht ausreichend gesenkt werden kann, so daß relativ große Trockenzylinderdurchmesser von beispielsweise $5,5 \text{ m}$ erforderlich sind, zumindest dann wenn eine hohe Betriebsgeschwindigkeit von beispielsweise 2000 m/min erreicht und überschritten werden soll.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Maschine zur Herstellung einer kontinuierlichen Materialbahn zu schaffen, die diese Nachteile nicht aufweist.

Zur Lösung dieser Aufgabe wird eine Maschine vorgeschlagen, die die in Anspruch 1 genannten Merkmale aufweist. Dadurch, daß die Breite mindestens einzelner, vorzugsweise aller Umfangsrillen, die auf der Innenfläche eines Trockenzylinders vorgesehen sind, im Bereich ihres radial äußeren Grundes größer ist als die Breite des radial inneren Ursprungs, ergeben sich die folgenden Vorteile: Einerseits wird der Bereich der relativ dünnen Wandstärke des Mantels des Trockenzylinders vergrößert, so daß sich ein verbesserter Wärmeübergang aus dem mit Dampf beaufschlagten Innenraum des Trockenzylinders zur äußeren Mantelfläche ergibt, auf der die zu trocknende Materialbahn umläuft. Gleichzeitig wird die Breite der Umfangsrillen im Bereich ihres Ursprungs, also im Bereich der Innenfläche des Trockenzylinders relativ klein gehalten, so daß hier der Mantel des Trockenzylinders relativ wenig geschwächt ist und damit hohe Linienkräfte aufnehmen kann. Auf diese Weise wird sichergestellt, daß die Breite der zwischen den Umfangsrillen vorhandenen Rippen im Bereich des radial äußeren Endes kleiner ist als im Bereich des radial inneren Ursprungs beziehungsweise im Bereich der Innenfläche. Die Rippen sind also quasi tailliert ausgebildet, so daß sich im Übergangsbereich zum verbliebenen Mantel des Trockenzylinders – im Querschnitt gesehen – ein relativ dünner Steg ergibt, während im Bereich der Innenfläche des Mantels ein relativ breiter Kopf der Rippe vorhanden ist. Diese kann also quasi hammerkopfförmig ausgebildet sein und damit relativ hohe Kräfte aufnehmen. Insgesamt zeigt sich, daß der derartig ausgestaltete Trockenzylinder eine sehr hohe Biegesteifigkeit bei einem relativ geringen Wärmedurchgangswiderstand aufweist.

Bevorzugt wird ein Ausführungsbeispiel der Maschine, das sich dadurch auszeichnet, daß die Begrenzungswände mindestens einer Umfangsrille und/oder mindestens einer Rippe unter einem Winkel zueinander verlaufen, wobei sich die Umfangsrille in radialer Richtung nach außen verbreitert, während sich die Rippe in radialer Richtung nach außen verjüngt. Eine derartige Ausgestaltung ist relativ einfach und kostengünstig herstellbar und zeigt die genannten Vorteile bezüglich der Biegesteifigkeit und des Wärmedurchgangswiderstands.

Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den übrigen Unteransprüchen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen schematischen Schnitt durch einen Teil der Maschine zur Herstellung einer Materialbahn, nämlich durch einen Trockenzylinder senkrecht zu dessen Drehachse;

Fig. 2 eine Prinzipskizze eines Teilschnitts durch den Mantel des in Fig. 1 dargestellten Trockenzylinders entlang der in Fig. 1 eingezeichneten Linie II-II;

Fig. 2a einen Querschnitt durch einen Quersammler;

Fig. 3 eine Prinzipskizze eines Schnitts des Mantels des Trockenzylinders entlang der in Fig. 2 wiedergegebenen Linie III-III;

Fig. 4 eine Prinzipskizze einer Umfangsrille mit einem Störkörper;

Fig. 5 einen Teilschnitt durch einen Trockenzylinder und einer Anpreßwalze;

Fig. 6 einen Querschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Umfangsrille;

Fig. 7 einen Querschnitt durch ein weiteres Ausführungsbeispiel einer Umfangsrille und

Fig. 8 eine Prinzipskizze zur Erläuterung der Herstellung der Umfangsrillen.

Die im folgenden beschriebene Maschine zur Herstellung kontinuierlicher Materialbahn dient insbesondere der Herstellung von sanitären Papieren beziehungsweise Krepppapieren. Maschinen zur Herstellung von Krepppapier zeichnen sich dadurch aus, daß sie in der Regel nur einen einzigen Trockenzylinder aufweisen. Die Erfindung ist jedoch nicht auf derartige Maschinen beschränkt.

Fig. 1 zeigt einen Querschnitt durch einen Teil einer Maschine 1 zur Herstellung einer Materialbahn, deren Trockenpartie 3 hier einen Trockenzylinder umfaßt. Dieser weist einen Zylindermantel 7 und eine Hohlwelle 9 auf, die in ihren Endbereichen über einen Deckel 11 miteinander verbunden sind. Die Hohlwelle 9 setzt sich in einem gestrichelt dargestellten Lagerzapfen 13 fort, der auf geeignete Weise über ein Lager in einer Stuhlung gehalten wird. Der Lagerzapfen ist hohl ausgebildet, so daß der Beheizung des Trockenzylinders

linder 5 dienender Dampf in den Innenraum 15 eingeleitet werden kann. Der Dampf gibt seine Wärme an den Trockenzylinder 5 beziehungsweise an dessen Zylindermantel 7 ab, wobei Kondensat entsteht, das sich bei Drehung des Zylinders, hier im Uhrzeigersinn (siehe den Pfeil 17), an der Innenfläche 19 niederschlägt. Das Kondensat kann mit Hilfe einer Kondensatabführungseinrichtung 21 entfernt werden, auf die noch näher eingegangen wird.

In die Innenfläche 19 des Trockenzylinders 5 beziehungsweise seines Zylindermantels 7 sind in Umfangsrichtung umlaufende Umfangsrillen 23 eingebracht, die durch zwischenliegende Rippen 25 voneinander getrennt sind.

In die Umfangsrillen sind in einem Abstand zueinander angeordnete, hier lediglich angedeutete Störkörper 27 eingebracht, die dazu dienen, das sich in den Rillen sammelnde Kondensat zu durchmischen.

Auf die äußere Umfangsfläche 29 des Trockenzylinders 5 wird die zu trocknende Materialbahn 31 aufgeführt. In der Regel wird hierzu eine Anpreßwalze eingesetzt, die in Fig. 1 nicht dargestellt ist, auf die jedoch unten noch näher eingegangen wird.

Die zu trocknende Materialbahn 31, also das sanitäre Papier beziehungsweise Krepppapier, läuft mit dem sich drehenden Trockenzylinder 5 um und wird durch die Wärme des in den Innenraum 15 geleiteten Heißdampfes, die durch den Zylindermantel 7 hindurch bis zur Umfangsfläche 29 gelangt, erwärmt und getrocknet. Die getrocknete Materialbahn wird auf geeignete Weise von der Umfangsfläche 29 des Trockenzylinders 5 abgenommen. Hier wird eine von einem Schaberkörper 33 gehaltene Klinge 35 eingesetzt, die sich zumindest über die Breite der Materialbahn 7 erstreckt und diese quasi von der Umfangsfläche abschält.

Aus Fig. 1 ist ersichtlich, daß die Kondensatabführungseinrichtung 21 mehrere, hier sechs, sogenannte Quersammler 37 umfaßt, die über Steigrohre 39 an eine zentrale Kondensatablaufleitung 41 angeschlossen sind, die über den Lagerzapfen 13 mit einer Kondensatauffangeinrichtung verbunden sind.

Von den Quersammler 37 führen Aufnahmeröhrchen 43 bis zum Grund der Umfangsrillen 23. Die Anzahl der Aufnahmeröhrchen 43 ist letztlich frei wählbar. Es hat sich jedoch bewährt, mehr als zwei Absaugröhrchen, beispielsweise drei, vier oder – wie in Fig. 1 dargestellt – sechs vorzusehen, um insbesondere in Verbindung mit Störkörpern einen relativ gleichmäßig dicken Kondensatfilm 61 zu erzielen. Ein besonders gleichmäßiger Wärmeübergang wird dann erzielt, wenn die Aufnahmeröhrchen 43 benachbarter Rillen jeweils an gegenüberliegenden Seiten der Kondensatabführungseinrichtung 21 angeordnet sind.

Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel der Kondensatabführungseinrichtung sind insgesamt sechs in gleichem Umfangsabstand zueinander angeordnete Aufnahmeröhrchen 43 vorgesehen, die jeweils in einen über ein Steigrohr 39 mit der Kondensatablaufleitung 41 verbundenen Quersammler 37 führen. Das Kondensat wird durch den im Innenraum 15 aufgebauten Überdruck, der durch den eingeleiteten Dampf entsteht, abgeführt. Es ist möglich, mit der Kondensatablaufleitung 41 auch noch eine Unterdruckquelle zu verbinden, um das Kondensat quasi abzusaugen. Bei einer Drehbewegung des Trockenzylinders 5 entsteht allein aufgrund der Schwerkraft eine Strömung innerhalb des Kondensatfilms, der sich in den Umfangsrillen 23 bildet. Durch einen Pfeil 45 ist angedeutet, daß das Kondensat am untersten Tiefpunkt des Trockenzylinders 5 in Richtung der Drehbewegung strömt, während sich am gegenüberliegenden obersten Punkt des Trockenzylinders 5 beziehungsweise der Umfangsrille 23 eine entgegengesetzt zur Drehrichtung verlaufende Strömung ausbildet, was durch einen

Pfeil 47 angedeutet ist. Die Relativgeschwindigkeit gegenüber der Innenfläche 19 beziehungsweise dem Grund der Umfangsrille 23 ist in der Mitte zwischen dem Hoch- und Tiefpunkt etwa Null.

Aus der in Fig. 2 wiedergegebenen Schnittdarstellung, in der zur Vereinfachung der Zylinderradius mit unendlich angenommen ist, ist der Querschnitt der Umfangsrillen 23 deutlich ersichtlich. Insbesondere wird klar, daß sich die Umfangsrillen, von der dem Innenraum 15 zugewandten Innenfläche 19 aus zur Umfangsfläche 29 verbreitern, das heißt die Breite der Umfangsrillen ist im Bereich des Grundes 49 größer als im Ursprungsbereich, in dem sich die Umfangsrillen 23 in der Innenfläche 19 öffnen.

Die Begrenzungswände 51 der Umfangsrillen 23, die gleichzeitig die Begrenzungswände der Rippen 25 darstellen, zeigen hier verschiedene Abschnitte: Im ersten oberen Bereich 51a verlaufen die Begrenzungswände parallel zueinander und parallel zu einer senkrecht auf der Umfangsfläche 29 stehenden gedachten Mittellinie 53. In einem anschließenden Bereich 51b verlaufen die Begrenzungswände unter einem Winkel α , der in einem Bereich von 5° bis 90° liegen kann. Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel beträgt der Winkel ca. 45° . Wird ein Winkel $\alpha=90^\circ$ gewählt, so ergeben sich T-förmige Umfangsrillen 23. Der unterste dem Grund 49 zugewandte Bereich 51c der Begrenzungswände 51 zeichnet sich dadurch aus, daß hier die Begrenzungswände wiederum parallel zueinander beziehungsweise zur Mittellinie 53 verlaufen. Bevorzugt wird ein Winkel α von $7,5^\circ$ bis 20° , insbesondere von 10° bis 15° .

Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß die Breite der Umfangsrillen 23 im Bereich des Ursprungs, das heißt im Bereich der Innenfläche 19, so gewählt werden muß, daß das Aufnahmeröhrchen 43, das vom Quersammler 37 entspringt, in die Umfangsrille 23 eingeführt werden kann. Es erstreckt sich etwa bis zum Grund 49 der Rille. Unterhalb des Aufnahmeröhrchens 43 ist hier ein Staukörper 55 vorgesehen, der das sich in den Umfangsrillen 23 sammelnde Kondensat aufstaut, so daß dieses besser abführbar ist und sich eine über den Umfang gleichmäßig dicke Kondensatschicht von ca. 1 mm bis 3 mm einstellt. Der Staukörper ist hier als im wesentlichen U-förmiges Federelement ausgebildet, welches sich aufgrund seiner Federwirkung an den Bereich 51b verkrallt. Die Länge der hier etwa senkrecht nach oben verlaufenden Arme des Staukörpers ist so abgestimmt, daß diese das Einführen des Aufnahmeröhrchens 43 nicht behindern. Die Basis des Staukörpers 55 ist etwa so breit wie die Breite der Umfangsrille 23 im Bereich des Grundes 49.

In das Aufnahmeröhrchen 43 ist oberhalb des erwarteten Niveaus des Kondensats eine Queröffnung 57 eingebracht, deren Durchmesser vorzugsweise 30% bis 50% des Durchmessers des Aufnahmeröhrchens 43 beträgt. Sie dient dazu, das im Aufnahmeröhrchen nach oben steigende Kondensat zu beschleunigen. Der unter Überdruck im Innenraum 15 gegebene Dampf dringt nämlich durch die Queröffnung 57 in das Aufnahmeröhrchen 43 ein und gelangt über den Quersammler 37 und über das Steigrohr 39 in die Kondensatablaufleitung 41. Gerade in den senkrechten beziehungsweise radial verlaufenden Bereich des Aufnahmeröhrchens eingebrachtes Kondensat wird dadurch besonders leicht abgeführt, so daß sich auf der Außenfläche des Trockenzylinders 5 eine sehr gleichmäßige Temperaturverteilung ergibt.

Die Aufnahmeröhrchen 43 sind zur Vermeidung einer ungleichmäßigen Temperaturverteilung im Zylindermantel 7 in Umfangsrichtung und in Richtung der senkrecht zur Bildebene von Fig. 1 verlaufenden Drehachse verteilt angeordnet.

Fig. 2 zeigt auch, daß in die Umfangsrillen 23 Störkörper 27 einbringbar sind, wie anhand von Fig. 1 bereits erläutert

und im wesentlichen U-förmig ausgebildet sein können. Die vom Grund 49 nach oben verlaufenden Schenkel des Störkörpers 27 sind länger als die des Staukörpers und ragen bis in den Bereich 51a der Begrenzungsflächen 51 der Umfangsrille 23. Sie stützen sich an einer durch den Übergang zwischen dem Bereich 51 und 51b gebildeten Kante 58 ab und werden dadurch an der Umfangsrille festgehalten.

Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß der Quersammler 37, der sich insgesamt im wesentlichen über die Breite des Trockenzyinders 5 erstreckt, mit in Umfangsrichtung versetzt zueinander angeordneten Aufnahmeröhrchen 43 versehen ist. Hier ist das Aufnahmeröhrchen 43', das rechts neben dem Aufnahmeröhrchen 43 angeordnet ist, weiter "hinten" angeordnet, also vom Betrachter der Fig. 2 weiter weg als das Aufnahmeröhrchen 43.

Bei dem in Fig. 2 dargestellten Ausführungsbeispiel des Quersammlers 37 werden die Aufnahmeröhrchen 43, 43' durch die der Innenfläche 19 zugewandte Begrenzungswand des Quersammlers geführt und an dieser befestigt. Es ist jedoch auch möglich, die Aufnahmeröhrchen 43, 43' über Umlenkköpfe 38a, 38b mit dem Quersammler zu verbinden, die beispielsweise an den sich über die Breite des Trockenzyinders erstreckenden Seitenwänden 37a, 37b der Quersammler 37 angebracht sind und in die die Aufnahmeröhrchen münden und über die die Aufnahmeröhrchen mit dem Inneren des Quersammlers verbunden sind. Diese Art der Anbringung der Aufnahmeröhrchen 43, 43' ist aus Fig. 2a ersichtlich, die einen Quersammler 37 im Querschnitt darstellt.

Fig. 3 zeigt einen Längsschnitt durch die Umfangsrille 23, der entlang der in Fig. 2 wiedergegebenen Linie III-III verläuft und damit einen Ausschnitt der in Fig. 1 wiedergebenden Zylindermantel 7 des Trockenzyinders 5 wiedergibt. Zu Vereinfachung der Darstellung ist auch hier der Zylinderradius mit unendlich angenommen.

Die Darstellung in Fig. 3 läßt die drei Bereiche 51a, 51b und 51c der Begrenzungsfläche 51 der Umfangsrille 23 deutlich erkennen. Der Darstellung gemäß Fig. 3 ist der Störkörper 27 zum Teil im Schnitt wiedergegeben. Seine Basis 59 liegt auf dem Grund 49 der Umfangsrille 23 auf. Das hier dargestellte Ausführungsbeispiel des Störkörpers ist quasi als federnde Spange ausgebildet, deren senkrecht nach oben verlaufende Schenkel sich nach oben hin verjüngen. Der Störkörper 27 kann mit Hilfe eines geeigneten Werkzeugs in die Umfangsrille 23 eingebracht werden, wobei zunächst die Basis 59 in Richtung der Umfangsrille 23 verläuft. Die Breite der Basis 59 ist so gewählt, daß diese durch den schmalen Bereich 51a der Umfangsrille 23 geführt und auf den Grund 49 aufgebracht werden kann, wobei die beiden Schenkel senkrecht nach oben stehen. Der Störkörper wird dann um 90° in die in Fig. 3 wiedergegebene Position gedreht, so daß sich die senkrecht nach oben verlaufenden Schenkel an den Begrenzungswänden 51 der Umfangsrille 23 verklemmen und die Störkörper 27 sicher halten.

Die Dicke der Basis 59 ist so gewählt, daß sie etwas größer ist als der durch eine Linie und Dreiecke angedeutete Kondensatfilm 61.

Bei der Rotation des Trockenzyinders 5 läuft der Störkörper 27 mit dem Zylindermantel 7 um, wobei sich zumindest die Basis 59 des Störkörpers 27 im Kondensatfilm befindet und diesen aufgrund Relativgeschwindigkeit gegenüber dem Grund 49 der Umfangsrille 23 durchpflügt. Das Kondensat wird also quasi durchmischt und in Turbulenzen versetzt, um sicherzustellen, daß die Wärme des im Innenraum 15 vorhandenen Heißdampfes auf den Grund 49 beziehungsweise auf den Zylindermantel 7 übertragen wird. Das heißt, der Wärmeübergang aus dem Innenraum 15 zur Um-

fangsfläche 29 wird durch die Störkörper verbessert.

Die anhand der Fig. 1 bis 3 erläuterten Störkörper 27 können beliebig ausgestaltet werden. Wesentlich ist, daß sie bei einer Rotation des Trockenzyinders in den Umfangsrillen 23 verbleiben und auf den Kondensatfilm 61 einwirken, indem sie dort Turbulenzen verursachen und damit einen gleichmäßigen und effektiven Wärmeübergang sicherstellen. Anhand von Fig. 4 wird eine abgewandelte Form eines Störkörpers 27' erläutert, der in eine Umfangsrille 23 eingebracht ist. In Fig. 4 wird lediglich der unterste Bereich der Begrenzungsfläche 51, nämlich der Bereich 51c wiedergegeben, in dem der Störkörper 27' angeordnet ist. Es handelt sich hier um eine Schraubenfeder, deren Grundkörper einer gedachten Schraubenlinie folgt und beispielhaft einen rechteckigen Querschnitt zeigt. Die Schraubenfeder ist hier vierkantig ausgebildet. Sie bedarf keiner besonderen Befestigung, weil sie sich im Betrieb durch die Fliehkraft an den Grund 49 der Umfangsrille 23 anlegt. Da sich die Umfangsrille nach oben, das heißt in Richtung zum Innenraum 15 verjüngt, kann die Schraubenfeder, deren Breite an die Breite des Grundes 49 angepaßt und damit größer ist, als die Breite der Umfangsrille in ihrem Ursprung, nicht aus der Umfangsrille herausfallen. Der Kondensatfilm ist auch in Fig. 4 durch Dreiecke angedeutet. Es zeigt sich, daß die senkrecht zum Grund 49 gemessene Dicke des Störkörpers 27' beziehungsweise der Schraubenfeder geringer ist als die Höhe des Kondensatfilms 61.

In Fig. 5 ist wiederum ein Teil der Maschine 1 zur Herstellung einer Materialbahn dargestellt, nämlich der Teil der Trockenpartie 3, in dem die noch feuchte Materialbahn 31 auf den Trockenzyylinder 5 aufgeführt wird. Bei der hier gewählten Darstellung ist ein Teilschnitt senkrecht zur Drehachse des Trockenzyinders wiedergegeben, aus dem der Zylindermantel 7 und eine Umfangsrille 23 ersichtlich sind, außerdem eine die Umfangsrille begrenzende Rippe 25. Die Materialbahn 31 wird beim Aufbringen auf die Umfangsfläche 29 des Trockenzyinders 5 von einem auch als Filz bezeichneten Transportband 63 gestützt, welches über einen umlaufenden Preßmantel 65 geführt wird. Der Preßmantel 65 dreht sich entgegengesetzt wie der Trockenzyylinder, hier also entgegen der Uhrzeigerichtung. Er wird, auf bekannte Weise, von einem stationären Anpreßschuh 67, der sich über eine geeignete Kolben-Zylinderanordnung 69 an einem stationären Träger 71 abstützt, gegen die Umfangsfläche 29 des Trockenzyinders 5 gedrückt.

Zwischen der Umfangsfläche 29 und dem von dem Preßmantel 65 mit Druckkräften beaufschlagten Transportband 63 wird also ein Preßspalt ausgebildet, durch den die Materialbahn 7 hindurchgeführt wird. Während das Transportband 63 tangential zur Umfangsfläche 29 des Trockenzyinders 5 aus dem Preßspalt herausgeführt wird, bleibt die Materialbahn 31 hinter dem Preßspalt an der Umfangsfläche 29 des Trockenzyinders 5 haften und läuft mit dieser um.

Mit Hilfe des Anpreßschuhs 67 können sehr hohe Anpreßkräfte auf die Umfangsfläche 29 ausgeübt werden. Der Zylindermantel 7 kann diesen Kräften dennoch widerstehen. Dies liegt an der speziellen Konstruktionsweise des Zylindermantels, nämlich an den sich in radialer Richtung nach innen verbreiternden Umfangsrippen, die quasi hammerkopfförmig ausgebildet sind. Die Rippen haben quasi ein T-Trägerprofil und können daher sehr hohe Kräfte aufnehmen, nämlich die von dem Anpreßschuh 67 außen auf die Umfangsfläche 29 wirkenden Preßkräfte, ohne daß es zu einer Überbeanspruchung des Trockenzyinders 5 käme. Der Grund 49 der Umfangsrillen 23 ist relativ breit, so daß hier bei entsprechender, oben im einzelnen erläuterter Beeinflussung des Kondensatfilms ein maximaler Wärmeübergang gegeben ist. Der in den Innenraum 15 eingeführte heiße

Dampf gibt seine Wärme an das turbulisierte, das heißt von den Störkörpern durchmischte, Kondensat 61 ab und dieses leitet dank seiner hohen Turbulenz und Konvektion die Wärme fast widerstandslos zur Umfangsfläche 49 weiter, so daß die Wärme des Dampfes bis nahe an die Umfangsfläche 29 herangefördert wird. Auch die über den Kondensatfilm 61 in den Innenraum vorstehenden Rippen 25 können viel Wärme aufnehmen und an die Umfangsfläche 29 weiterleiten. Die Maschine 1 kann daher mit einer sehr hohen Leistungsdichte betrieben werden, so daß der Trockenzyylinder 5 mit einer hohen Umfangsgeschwindigkeit betrieben werden kann, die im Bereich von 2.000 m/min und darüber liegen kann. Dabei kann der Durchmesser des Trockenzyinders, der bei herkömmlichen Zylindern dieser Art im Bereich von 5,5 m, auch deutlich verkleinert werden. Entscheidend ist dabei auch, daß in dem durch den Anpreßschuh 67 und den Preßmantel 65 gebildeten Preßspalt hohe Anpreßkräfte wirken, aufgrund derer ein sehr hoher Feuchtigkeitsanteil aus der Materialbahn 31 ausgepreßt werden kann, der dann von dem saugfähigen Transportband 63 beziehungsweise dem Filz aufgenommen und abtransportiert werden kann.

Fig. 6 zeigt nochmal einen Ausschnitt des Zylindermantels 7 eines Trockenzyinders 5, der mit einer abweichenden Querschnittsform von Umfangsrillen 23' versehen ist. Bei dieser Ausgestaltung sind die Begrenzungsflächen 51 der Umfangsrille 23' durchgehend quasi konisch ausgebildet, das heißt, sie schließen einen sich radial nach außen öffnenden Winkel α ein, der im Bereich von ca. 5° liegen kann. Die Begrenzungsfläche 51 zeigt also hier über ihre gesamte Höhe einen gleichförmigen Verlauf.

Aus Fig. 6 wird ohne weiteres ersichtlich, daß der Grund 49 der Umfangsrille breiter ist als der Ursprung beziehungsweise die sich in der Innenfläche 19 öffnende Mündung der Umfangsrille 23'. Zwischen zwei benachbarten Umfangsrillen wird eine Rippe 25 ausgebildet, die sich in radialer Richtung gesehen, nach außen verzüngt, die also einen dem Innenraum 15 gewandten breiten Kopf und eine relativ schmale Basis aufweist, die dem Grund 49 zugewandt ist.

Eine leicht abgewandelte Form einer Umfangsrille 23" ist in Fig. 7 dargestellt. Es ist ersichtlich, daß die Begrenzungsfläche 51 in ihrem oberen, der Innenfläche 19 zugewandten Bereich 51a parallele Begrenzungswände aufweist, die sich nach dem oberen Drittel der Umfangsrille in einen konischen Bereich 51'b fortsetzen. Es fehlt also bei dieser Ausgestaltung der Umfangsrille 23' der anhand von Fig. 2 erläuterte untere Bereich 51c der Begrenzungswand 51, in dem die Begrenzungswände parallel zueinander verlaufen.

Fig. 8 zeigt schematisch eine Umfangsrille 23"', deren Begrenzungsfläche 51 den anhand von Fig. 2 erläuterten Verlauf zeigt, nämlich einen oberen Bereich 51a, in dem die Begrenzungswände parallel zueinander verlaufen, einen mittleren Bereich 51b, in dem die Begrenzungswände konisch radial nach außen auseinanderlaufen, und einen unteren radial außenliegenden Bereich 51c, in dem die Begrenzungswände parallel zueinander verlaufen und in den Grund 49 übergehen. In Fig. 8 ist ein Werkzeug 73 angedeutet, das zum Teil in die Umfangsrille 23"' eingefahren ist. Das Werkzeug weist eine Schneide 75 auf, die der Bearbeitung der Begrenzungsfläche 51 dient. Das Werkzeug wird, wie durch eine gestrichelte Linie angedeutet ist, in einem ersten mit einem gekennzeichneten Bereich parallel zur Mittellinie 53 radial nach außen in die Umfangsrille gesenkt und wird dann -abweichend von der radialen Richtung- beim weiteren Einfahren in die Umfangsrille 23"' seitlich gegenüber der Mittellinie 53 versetzt, um den konisch auseinanderlaufenden mittleren Bereich 51b der Umfangsrille 23' herzustellen. Dieser Bewegungsbereich wird mit b in Fig. 8 gekennzeichnet.

Schließlich wird in einem letzten Bewegungsbereich c das Werkzeug 73 ausschließlich in radialer Richtung, also parallel zur Mittellinie 53 verfahren, wobei die Begrenzungswände im Bereich 51c der Umfangsrille 23"' hergestellt werden.

Nach allem wird deutlich, daß die anhand der Figuren erläuterten Umfangsrillen aus einer herkömmlichen Rille herstellbar sind, die parallel zu einer gedachten Mittellinie 53 verlaufende Wände aufweist und die grundsätzlich bekannt ist.

Allen Ausführungsbeispielen ist gemeinsam, daß im Übergangsbereich zwischen den Begrenzungsflächen 51 und dem Grund 49 der Umfangsrille 23, 23', 23", 23"' ein Radius oder konischer Übergang ausgebildet sein kann, um Kerbwirkungen im Zylindermantel 7 des Trockenzyinders 5 zu mindern.

Bei den hier gewählten Darstellungen wird davon ausgegangen, daß alle Umfangsrillen eines Trockenzyinders die gleiche Querschnittskontur aufweisen. Es ist jedoch auch möglich, Umfangsrillen der hier beschriebenen Art abwechselnd mit herkömmlichen Rillen vorzusehen, die parallel zu einer gedachten Mittellinie verlaufende Begrenzungsflächen aufweisen. Bevorzugt wird jedoch eine Ausführungsform des Trockenzyinders, bei der sämtliche Umfangsrillen und damit sämtliche Rippen den gleichen Querschnitt aufweisen, um einerseits einen gleichen Wärmedurchgangswiderstand und andererseits gleiche Festigkeitsverhältnisse sicherzustellen. Es zeigt sich, daß mit Hilfe der hier vorgeschlagenen Ausgestaltung der Umfangsrillen und Rippen der Durchmesser und das Gewicht des Trockenzyinders herabgesetzt werden können, dabei ist die - in radialer Richtung gemessene - Höhe der Rippen beziehungsweise Tiefe der Umfangsrillen relativ gering, so daß die Saughöhe für die Kondensatabfuhr aus den Rillen zum Quersammler 37 relativ klein ist. Es bedarf also daher nur eines relativ geringen Differenzdruckes, um das Kondensat aus dem Inneren des Trockenzyinders abzuführen.

Durch die hier beschriebene Ausgestaltung der Umfangsrillen und Rippen wird also einerseits eine hohe Festigkeit des Zylindermantels gewährleistet, andererseits ist der Wärmedurchgangswiderstand dadurch minimiert, daß der heiße Dampf aus dem Innenraum 15 einen relativ großen Bereich des Zylindermantels unmittelbar erreichen kann, weil der Grund 49 der Umfangsrillen relativ breit ist. Außerdem kann von dem relativ schmalen, radial äußeren Steg der Rippen 25 Wärme aus dem Innenraum aufgenommen und an die Umfangsfläche 29 weitergeleitet werden. Durch die von außen nach innen zunehmende Breite der Rippe, die vorzugsweise entfernt angenähert T-förmig ausgebildet sind, können dabei sehr hohe Belastungen, die beim Anpressen der Materialbahn auf die Umfangsfläche gegeben sind, sicher abgefangen werden.

Es hat sich herausgestellt, daß die Breite der Rillen zwischen den Rippen im Bereich des Rippenkopfes vorzugsweise 35% bis 45% der Rippenteilung beträgt und die Breite der Rippen vorzugsweise 55% bis 65% der Teilung beträgt. Mit Teilung wird hier der Abstand von Mitte zu Mitte zweier benachbarten Umfangsrillen oder Rippen bezeichnet. Es muß im übrigen sichergestellt werden, daß die Rippen an der Basis, also an ihrem radial außenliegenden Ende, nicht zu dünn sind, da ansonsten keine ausreichende Festigkeit gegeben ist. Aus diesem Grund ist das optimale Verhältnis von Nutbreite und Teilung zwischen den Rippenköpfen ca. 0,25 bis 0,4 und an der Basis ca. 0,45 bis 0,7 der Teilung beziehungsweise des Abstandes von Mitte Rille zu Mitte Rille.

Der radial außenliegende erweiterte Bereich 51c der Umfangsrillen, wie er anhand der Fig. 2, 3 und 8 erläutert

wurde, ist ca. 5 mm bis 25 mm hoch. Bevorzugt ist eine Höhe von ca. 12 mm.

Die Störkörper 27 werden, wie gesagt, vorzugsweise als U-förmige Klammern ausgebildet, die vorzugsweise aus Blech bestehen. Der zwischen den Schenkeln liegende Mittelabschnitt ist ca. 5 mm bis 12 mm breit (in Umfangsrichtung gemessen). Die Schenkel sind entweder gleich breit oder verjüngen sich, wie anhand von Fig. 3 erläutert, bis zu deren Ende auf eine Breite von 2 mm bis 4 mm. Die Blechdicke ist der Kondensatringdicke beziehungsweise der Höhe des Kondensatfilm 61 angepaßt. Sie ist etwa 1,2- bis 1,4mal so dick wie die Kondensattiefe.

Aus Fig. 2 ist ersichtlich, daß die Weite des Störkörpers 27 etwas geringer ist als die die größte Breite der Umfangsrille 23 im Bereich des Grundes 49. Dadurch ist die Montage des Störkörpers erleichtert, das heißt es ist leicht möglich, den Störkörper in die Umfangsrille beziehungsweise Nut einzusetzen und durch eine 90°-Drehung um eine Radialachse in der Nut federnd festzuklemmen.

Durch die besondere Ausgestaltung der Umfangsrillen und Rippen kann sichergestellt werden, daß der Wärmedurchgang durch die Umfangsrillen gleich groß oder größer ist als durch die Rippen. Je breiter die Umfangsrillen im Bereich des Grundes 49 und je schmaler diese im Bereich der Umfangsfläche 19 sind, um so besser für den Wärmedurchgang. Die Optimierung des Wärmedurchgangs erfolgt durch die Störkörper, die auch als Turbulenzerzeuger bezeichnet werden und auch andere Formen, als anhand der Fig. 2 und 4 erläutert, aufweisen können. Es können also auch Schaufeln, Rechen oder dergleichen in die Umfangsrillen eingesetzt werden. Wesentlich ist, daß bei einer Rotation des Trockenzyinders das Kondensat in den Umfangsrillen durchmischt wird. Die Breite der Umfangsrillen im Bereich ihres Ursprungs, also im Bereich der Innenfläche 19, liegt zwischen 10 mm und 15 mm. Sie ist so gewählt, daß die Aufnahmeröhrchen problemlos in die Rillen eingeführt werden können.

Patentansprüche

1. Maschine zur Herstellung einer kontinuierlichen Materialbahn, insbesondere von sanitären Papieren, mit mindestens einem Trockenzyylinder, um den die zu trocknende Materialbahn herumgeführt wird, der mit Dampf von innen beheizbar ist und dessen Mantel auf der Innenfläche mit durch Rippen voneinander getrennten Umfangsrillen versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß die Breite mindestens einzelner, vorzugsweise aller Umfangsrillen (23; 23'; 23"; 23''') im Bereich des radial äußeren Grundes (49) größer ist als im Bereich des radial inneren Ursprungs, und daß die Breite mindestens einer vorzugsweise aller Rippen (25) im Bereich des radial äußeren Endes kleiner ist als im Bereich des radial inneren Ursprungs.
2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Begrenzungswände (51) mindestens einer Umfangsrille (23; 23'; 23"; 23''') und/oder mindestens einer Rippe (25) unter einem Winkel zueinander verlaufen, wobei die Umfangsrillen sich in Richtung auf den Grund (49) erweitern und die Rippen (25) in Richtung auf den Grund (49) schmaler werden.
3. Maschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Begrenzungswände (51) der Umfangsrillen (23; 23'; 23"; 23''') beziehungsweise Rippen (25) einen Winkel von 5° bis 90°, vorzugsweise von 7,5° bis 20° und insbesondere von 10° bis 15° einschließen.
4. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Begrenzungs-

wände (51) mindestens einer Umfangsrille (23) und/oder mindestens einer Rippe (25) ausgehend vom Ursprung bereichsweise im wesentlichen parallel verlaufen.

5. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Begrenzungswände (51) mindestens einer Umfangsrille (23) und/oder mindestens einer Rippe (25) nahe dem Grund (29) bereichsweise parallel verlaufen.

6. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß am Grund (49) der Umfangsrillen (23) im Kondensat turbulenz erzeugende Einbauten (Störkörper (27)) vorgesehen sind.

7. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Kondensat einer jeden Umfangsrille (23) von mindestens drei Aufnahmeröhrchen (43), die am Umfang verteilt sind, abgesaugt wird.

8. Maschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Staukörper (55) unter den Aufnahmeröhrchen (43) angeordnet sind, die eine Kondensatschichtdicke erzeugen, die über den Umfang weitgehend gleichmäßig dick ist und im Bereich von 1 bis 3 mm liegt.

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

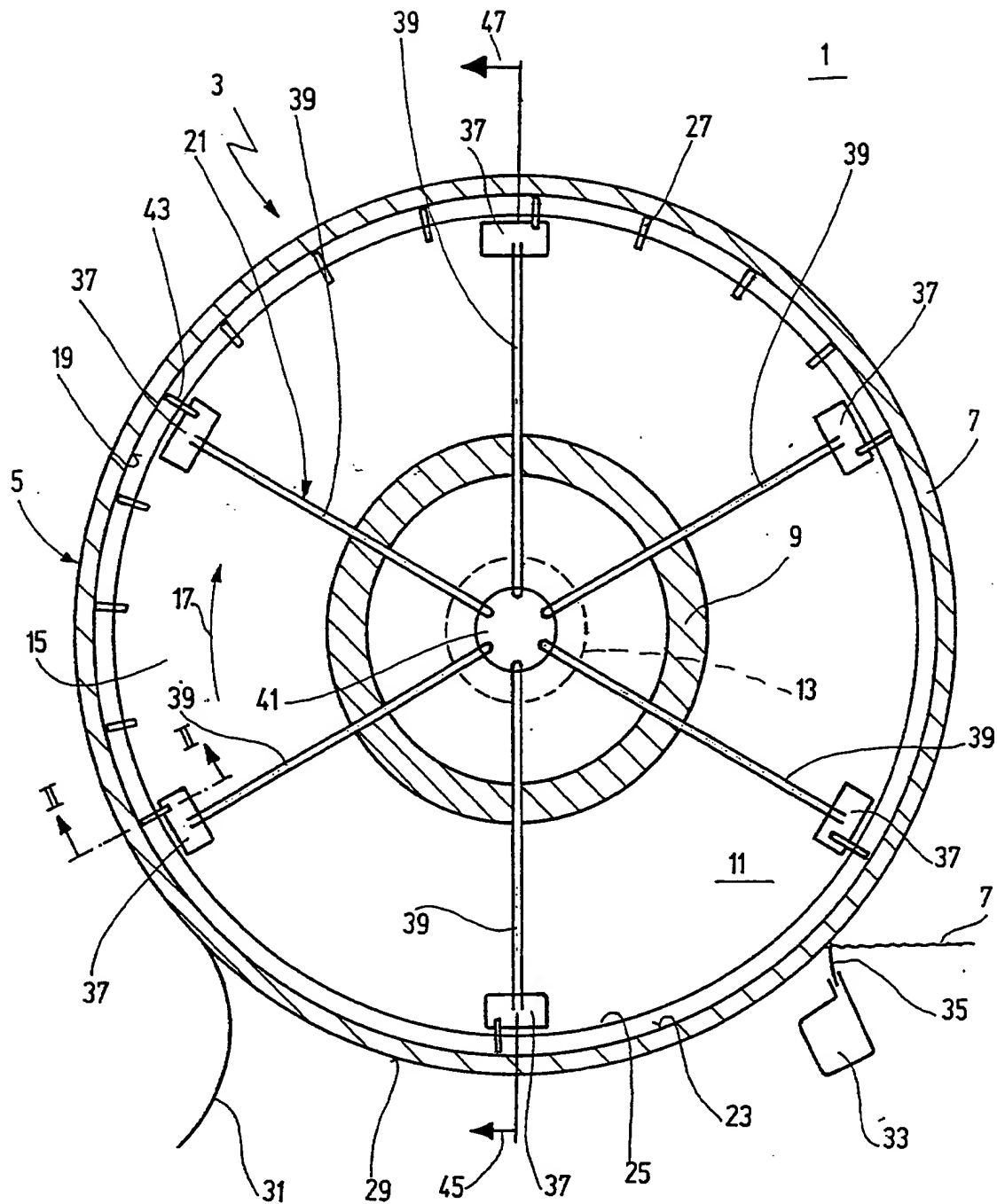


Fig. 1

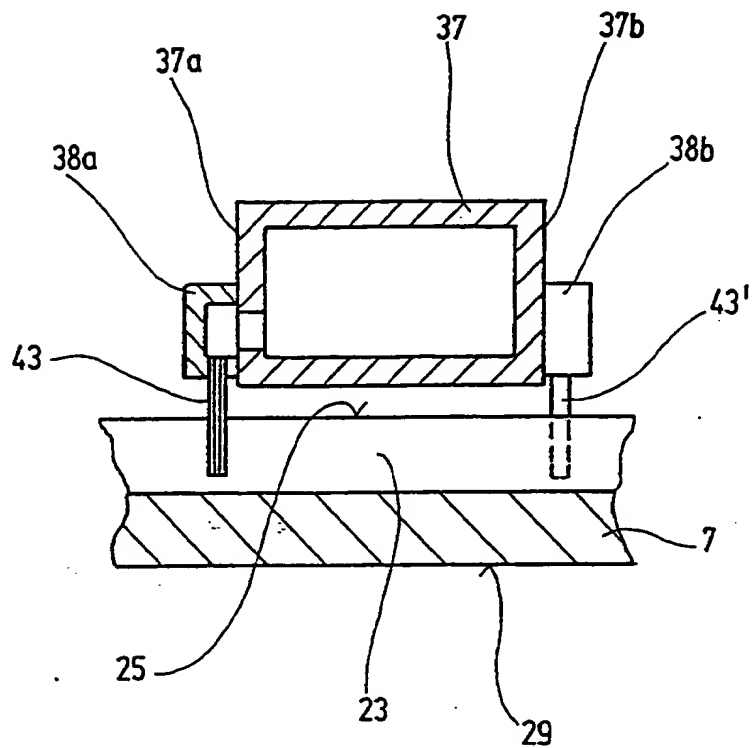


Fig. 2a

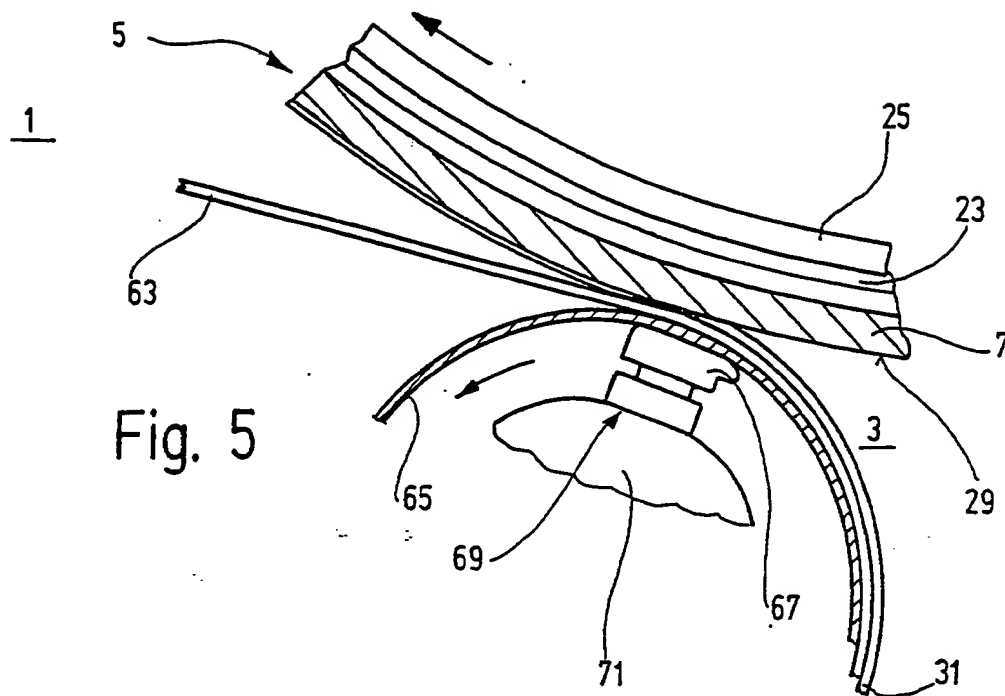


Fig. 6

